

# PENGENDALIAN ROBOT SOCCER DALAM MENGAMBIL BOLA DENGAN METODE *EVOLUTIONARY ARTIFICIAL POTENTIAL FIELD*

Finnatra Bayu Samudra<sup>(1)</sup>, Fernando Ardilla<sup>(2)</sup>, Setiawardhana<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Komputer, <sup>(2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Komputer  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya  
Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

## Abstrak

Pada tugas akhir ini dibangun suatu program yang berguna untuk simulasi robot soccer dalam mencari jalur aman untuk mengambil bola dengan mempertimbangkan posisi robot terhadap gawang lawan. Sehingga ketika robot mendapatkan posisi bola maka robot akan berjalan menghindari halangan dan mendekati bola dengan posisi depan robot menghadap ke gawang lawan. Metode yang digunakan adalah *Evolutionary Artificial Potential Field (EAPF)* yaitu metode pengembangan dari *Potential Field (PF)* yang memperhatikan gaya dari halangan serta bola. Gaya yang diciptakan oleh halangan adalah gaya tolak dan gaya yang diciptakan oleh bola adalah gaya tarik, sehingga robot akan bergerak menuju bola dan menjauhi halangan yang ada di dalam lapangan. Metode *Evolutionary Artificial Potential Field (EAPF)* dipilih karena prosesnya sederhana dan diharapkan

dapat memposisikan robot menghadap ke arah gawang lawan, dari percobaan yang telah dilakukan, robot dapat melewati halangan dengan baik, heading robot ke gawang tidak dapat diprediksi karena robot perlu sedikit memutar dan tergantung pada kecepatan scanning kamera.

**Kata Kunci :** Robot Soccer, *Evolutionary Artificial Potential Field*, Eyesim

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam bidang robotika di Indonesia semakin pesat yang semula hanya sebagian orang menekuni bidang tersebut sekarang semakin banyak orang meminati dan menekuni atau sekedar hanya mengikuti berita tentang robotika. Semakin banyak lomba yang diadakan di bidang robotika membuat dunia robot di Indonesia menjadi lebih berkembang seperti robot soccer. *Mobile robot* merupakan konstruksi robot yang ciri khasnya adalah mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain. Robot soccer merupakan *autonomous robot* khusus atau *mobile*

robot yang digunakan untuk memainkan pertandingan sepak bola. Robot diberi kemampuan mengejar dan menendang bola, sehingga robot perlu deprogram untuk dapat mencapai kemampuan yang maksimal, sehingga dibutuhkan simulasi agar robot berjalan sesuai keinginan.

Pada proyek akhir ini akan dibuat suatu sistem simulasi untuk robot soccer sehingga dapat mengambil bola dengan posisi robot menghadap ke arah gawang lawan, sehingga setelah robot menemukan keberadaan bola, robot dapat langsung mengarahkan bola ke gawang lawan. Dengan posisi robot yang menghadap ke gawang lawan itu membuat gerak robot lebih efisien dan membuat robot lebih cepat untuk mengarahkan bola masuk ke gawang lawan.

Pada sistem ini menggunakan simulator bernama eyesim, di dalam eyesim sudah terdapat gambar bola serta robot sehingga kita bisa memilih bola dan robot yang kita inginkan, dengan simulator ini kita dapat memprogram robot untuk dapat mengejar bola dengan posisi robot menghadap ke arah gawang lawan.

## 2. LATAR BELAKANG

Penelitian mengenai robotika sudah banyak dilakukan. Salah satunya mengenai sepak bola. Permainan sepakbola yang dimainkan oleh robot pertama kali diperkenalkan oleh professor Alan K Mackworth, 1992 [6], dalam papernya yang berjudul “On Seeing Robot”, Profesor Mackworth memberikan suatu konsep tentang penggunaan *Artificial Intelligence* yang ditanam pada robot untuk melakukan kerjasama dalam bidang sepakbola. Pada saat yang sama di Jepang, beberapa peneliti mengadakan Workshop on Grand Challenges in Artificial Intelligence pada Oktober 1992 di Tokyo, yang membahas tentang kemungkinan penggunaan robot dalam bidang sepakbola untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Serangkaian pemeriksaan dilakukan, termasuk studi kelayakan teknologi, penilaian dampak sosial, dan studi

kelayakan keuangan. Selain itu, beberapa aturan mulai disusun, dan dilakukan pengembangan prototipe robot sepak bola dan sistem simulator.

Penelitian mengenai menghindari halangan menggunakan Evolutionary Artificial Potential Field (EAPF) masih sangat jarang di kembangkan di Indonesia. Salah satu penelitian mengenai EAPF adalah Prahlad Vadakkepat, Kay Chen Tan and Wang Ming-Liang[1], yaitu menggunakan EAPF untuk robot penghindar halangan dengan mencapai obyek berupa bola, mereka menggunakan simulator matlab, hasil dari penelitian mereka robot dapat menghindari halangan dan mencapai bola.

### 3. PERANCANGAN SISTEM

Pada tahap pembuatan sistem ini akan dirancang simulator robot yang dapat menghindari halangan dan menuju bola, jumlah halangan ada 4 buah robot yang ditaruh acak dan bergerak secara dinamis serta goalnya adalah bola berwarna merah. Untuk menentukan output yang diharapkan peneliti membagi menjadi tiga proses:

#### 3.1. Sensor PSD

Dengan mengaktifkan sensor yang ada pada robot sehingga dapat dipakai untuk menghitung jarak dengan halangan.

Mengaktifkan sensor PSD dapat diinisialisasikan pada file berekstensi .robi, file ini berisi tentang berbagai macam informasi dari robot yang akan ditampilkan di lapangan seperti dimensi, ukuran roda, sensor PSD, peletakan kamera, dan lain sebagainya.

Output dari sensor ini berupa nilai jarak antara robot dengan objek yang berada tepat di depannya. Dalam penelitian ini digunakan 8 sensor PSD yang berada pada :

**Tabel 1** Posisi Sensor PSD

Nama sensor	ID sensor	Pos X	Pos Y	Pos Z	Sudut
PSD_FRONT	-200	40	5	30	10
PSD_FRONT2	-211	40	-5	30	-10
PSD_FRONTLEFT	-201	38	20	30	25
PSD_FRONTRIGHT	-202	38	-20	30	-25
PSD_LEFTDIAG	-203	36	35	30	45

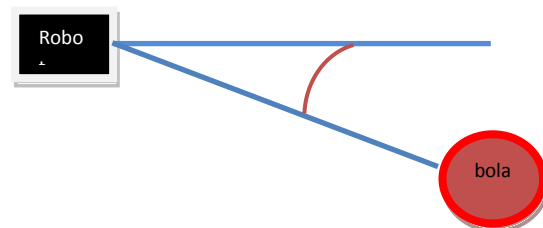
Nama sensor	ID sensor	Pos X	Pos Y	Pos Z	Sudut
PSD_RIGHTDIAG	-204	36	-35	30	-45
PSD_LEFT	-205	34	50	30	70
PSD_RIGHT	-210	34	-50	30	-70

#### 3.2. Kamera Pada Robot

Dengan menggunakan kamera yang terletak pada masing-masing robot untuk mendeteksi keberadaan obyek.

Pengambilan data dari kamera mendapatkan dua output yaitu pos dan val, pos adalah derajat kemiringan robot terhadap kamera, sedangkan val adalah informasi pixel dari bola

Dari informasi yang didapat maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :



**Gambar 1** Ilustrasi Perhitungan dengan Kamera

Jarak robot dengan bola didapat dari informasi pos = r

Untuk mencari posisi x dan y bola digunakan rumus sebagai berikut :

$$x_{bola} = r \cdot \cos\theta$$

$$y_{bola} = r \cdot \sin\theta$$

#### 3.3. Menghitung Resultan

Setelah mengetahui keberadaan bola dan halangan, selanjutnya dicari nilai resultan dari masing – masing halangan dan bola dengan cara :

$$F = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Setelah ditemukan nilai resultan masing – masing halangan dan bola, kemudian dicari R total untuk menentukan resultan dari pergerakan robot, dengan cara :

$$R_{total} = f_1^2 f_2^2 + f_n^2$$

#### 3.4. Menghitung Sudut

Setelah menemukan nilai resultan kemudian dicari sudut dari masing – masing halangan dan bola yaitu dengan cara :

$$\theta = \operatorname{atan} \frac{y}{x}$$

Setelah dicari tiap sudut masing – masing halangan dan bola,kita mencari sudut dari arah resultan dengan cara :

$$\text{Arah R} = \theta_{\text{bola}} + \theta_{\text{halangan}} - \theta_{\text{robot}}$$

Setelah kita temukan resultan dan sudut maka metode *Evolutionary Artificial Potential Field* kita jalankan dengan memperhatikan adanya escape force yaitu ketika nilai resultan halangan dan bola bernilai sama yaitu dengan cara :

$$Fe = \frac{|\cos(LFa - L\Sigma Fo) - \cos c|}{Dmin}$$

#### 4. UJI COBA DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan mengenai pengujian sistem yang merupakan tahap penting dalam pengerjaan Proyek Akhir. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan apa yang direncanakan.

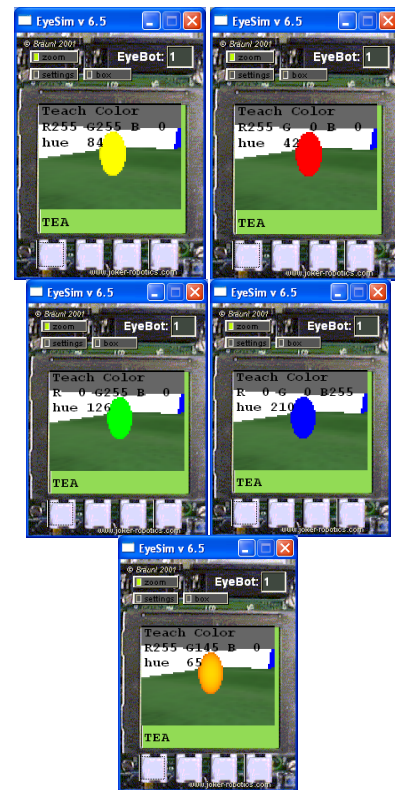
##### 4.1 Pengenalan Bola

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah untuk membedakan objek dengan halangan. Metode yang dilakukan adalah dengan menggunakan warna sebagai pembeda antara mesin-mesin objek, perbedaan dari beberapa warna akan menyebabkan perubahan dari nilai RGB, nilai ini akan diubah kedalam format hue untuk mempermudah perhitungan, sehingga untuk mendeteksi warna nilai RGB dan Hue ada pada tabel 3.

**TABEL 1** Hasil Pengujian Warna

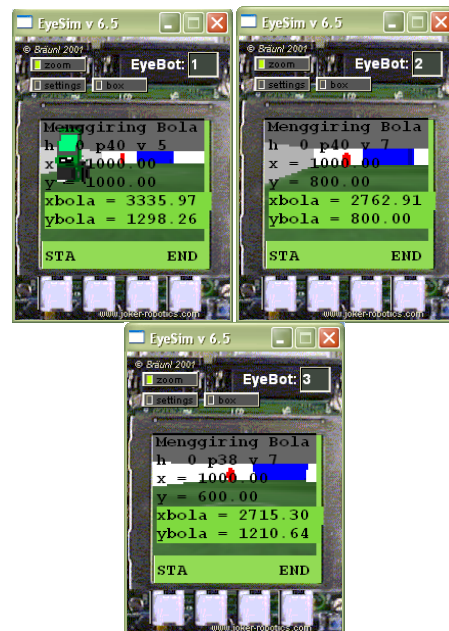
Warna	RGB	Hue
Merah	255. 0. 0	42
Hijau	0. 255. 0	126
Biru	0. 0. 255	210
Kuning	255. 255. 0	84
Orange	255. 145. 0	65

Dari berbagai macam warna ini maka dipilih warna merah karena memiliki pembeda yang cukup besar dengan lingkungan sekitarnya, sebagai warna bola yang akan dipakai, warna merah memiliki nilai hue sebesar 42, sehingga robot akan mengenali warna merah sebagai bola dan obyek lain di depan robot yang berwarna selain merah akan dianggap sebagai halangan.

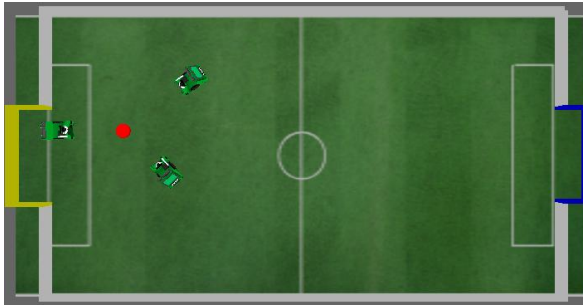


**Gambar 1** Hasil Pengujian Warna

##### 4.2. Pengujian Sensor Kamera



**Gambar 2** Hasil pada LCD



**Gambar 3** Posisi Bola dan Robot

Data yang didapatkan :

Posisi bola sebenarnya	<b>x=600</b>	<b>y=900</b>
Robot 1	x=701	y=999
Robot 2	x=572	y=876
Robot 3	x=735	y=762

Percobaan ini menghasilkan error yang cukup besar, error akan semakin besar saat heading robot menjauhi garis normal.

Robot1	error x = 16.83	error y = 11.00
Robot2	error x = 4.67	error y = 2.67
Robot3	error x = 22.50	error y = 15.33

**Tabel 2** Pengujian Jarak dengan Sensor Kamera

Robot	Posisi Bola		Persen Error	
	x	y	x	y
1	2700	1200	24.26	8.17
2	2700	1200	2.30	33.33
3	2700	1200	0.56	0.83
1	2700	900	26.44	11.11
2	2700	900	21.04	33.11
3	2700	900	1.56	5.78
1	2700	600	24.00	26.33
2	2700	600	4.04	77.50
3	2700	600	2.30	0.00
1	1700	600	15.71	38.50
2	1700	600	6.18	11.50
3	1700	600	5.59	0.17
1	600	900	16.83	11.00
2	600	900	4.67	2.67
3	600	900	22.50	15.33

Pengambilan data dari sensor kamera memiliki error yang besar dikarenakan pixel yang diperoleh kamera tidak dapat digunakan untuk perhitungan jarak, nilai pixel pada kamera berubah secara tidak teratur, saat kamera berada jauh dari objek perubahan nilainya lambat, saat kamera berada dekat dengan objek perubahan dapat terjadi secara cepat sehingga data yang didapat tidak stabil. Data yang tidak stabil menjadikan metode penghitungan menggunakan kamera sebagai sensor tidak digunakan untuk menghitung jarak tetapi digunakan untuk mendeteksi bola.

### 4.3 Pengujian Sensor PSD

Tujuan dari pengujian posisi bola ini adalah sebagai perbaikan metode sebelumnya dalam melakukan perhitungan jarak antara robot dengan objek, dalam hal ini bola, menggunakan informasi dari sensor PSD. Tetapi dalam penelitian ini sensor PSD digunakan untuk mendeteksi adanya halangan.

Metode pengujian pada bagian ini adalah dengan mengaktifkan sensor yang ada pada robot sehingga dapat dipakai untuk menghitung jarak

Mengaktifkan sensor PSD dapat diinisialisasikan pada file.robi, file ini berisi tentang berbagai macam informasi dari robot yang akan ditampilkan di lapangan seperti dimensi, ukuran roda dan peletakan kamera. Untuk memasang sensor dapat menggunakan format

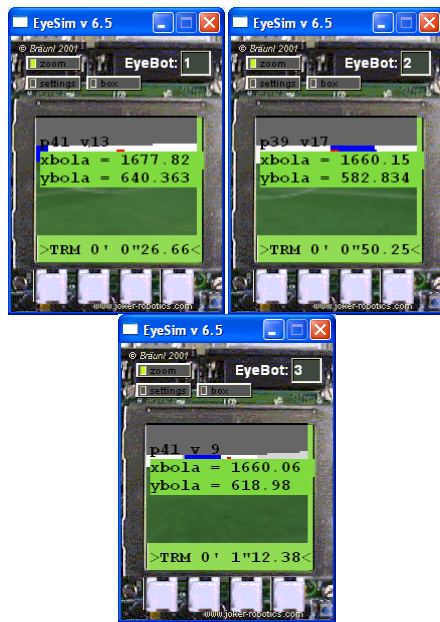
```
Psd PSD_TEST -215 42 0 30 0
```

Psd = type  
 PSD\_TEST = nama dari sensor PSD  
 -215 = id dari sensor  
 42 0 30 =posisi sensor terhadap titik tengah robot  
 0 = sudut terhadap bidang datar

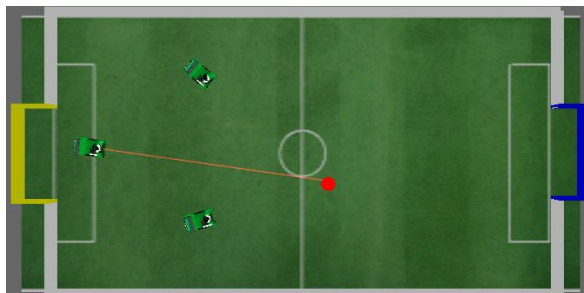
Nama sensor dan id untuk sensor sebelumnya harus diinisialisasikan pada file hdt\_sem.h

```
#define PSD_TEST -215
```

Dari hasil pengujian didapatkan robot akan memberikan *feedback* data dari sensor berupa jarak robot dengan objek yang berada tepat didepannya, sensor berjumlah satu dan akan dipasang di titik 0 derajat robot, untuk mendapatkan pembacaan sensor yang tepat maka digunakan bantuan dari sensor kamera



Gambar 4 Hasil Sensor



Gambar 5 Posisi Robot dan Bola

Data yang didapatkan

Posisi Bola	<b>x = 1700, y= 600</b>
Robot 1	x=1677 y=640
Robot 2	x=1660 y=582
Robot 3	x=1660 y=618

Hasil percobaan menunjukkan error, yang diperoleh saat pembacaan jarak oleh sensor kecil dan stabil, sehingga sensor PSD digunakan untuk mendeteksi obyek berupa halangan dan bola.

Robot1	error x = 1.35	error y = 6.67
Robot2	error x = 2.35	error y = 3
Robot3	error x = 2.35	error y = 3

Tabel 3 Pengujian Jarak dengan Sensor PSD

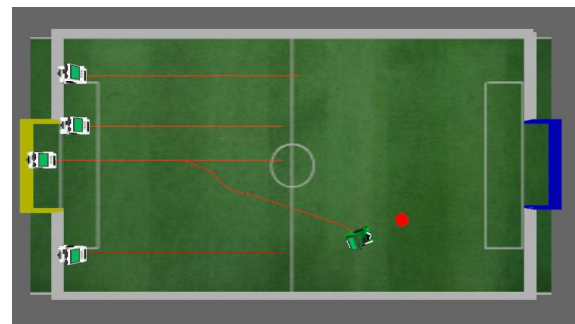
Robot	Posisi Bola		Persen Error	
	x	y	x	y
1	2700	1200	3.51	3.17
2	2700	1200	3.67	5.53
3	2700	1200	3.56	6.33
1	2700	900	1.48	1.89
2	2700	900	1.44	2.44
3	2700	900	1.59	1
1	2700	600	0.81	12.17
2	2700	600	1.56	3

Robot	Posisi Bola		Persen Error	
	x	y	x	y
3	2700	600	1.51	3.67
1	1700	600	1.35	6.67
2	1700	600	2.35	3
3	1700	600	2.35	3
1	600	900	6.33	2.22
2	600	900	5.5	3.11
3	600	900	6.5	2

#### 4.4 Pengujian Menghindari Halangan

Pengujian menghindari halangan ini adalah memasukkan metode *Evolutionary Artificial Potential Field* sehingga robot mampu melewati halangan dan bergerak menuju bola, adapun percobaanya adalah sebagai berikut :

##### Percobaan 1



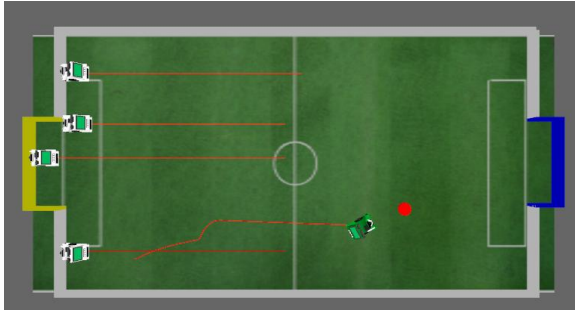
Gambar 6 Robot Menghindari Halangan dan Menuju Bola Percobaan 1

Posisi :		
Bola	X : 2200	Y: 400
Robot	X : 900	Y: 800
Halangan	X : 1500	Y: 800
Halangan	X : 1500	Y: 1000
Halangan	X : 1500	Y: 250
Halangan	X : 1600	Y: 1300

Dapat dilihat bahwa robot dapat menghindari halangan dan menuju bola dengan heading tepat ke bola sehingga memudahkan robot untuk menuju ke gawang.



## Percobaan 2



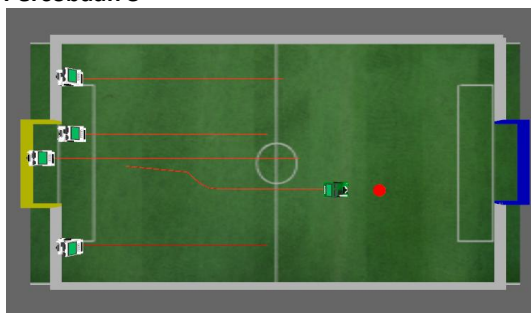
**Gambar 7 Robot Menghindari Halangan dan Menuju Bola Percobaan 2**

Posisi :

Bola	X : 2200	Y: 500
Robot	X : 600	Y: 200
Halangan	X : 1500	Y: 800
Halangan	X : 1500	Y: 1000
Halangan	X : 1500	Y: 250
Halangan	X : 1600	Y: 1300

Dapat dilihat bahwa robot dapat menghindari halangan dan robot menuju bola dengan heading tepat ke bola sehingga memudahkan robot untuk menuju ke gawang.

## Percobaan 3



**Gambar 8 Robot Menghindari Halangan dan Menuju Bola Percobaan 3**

Posisi :

Bola	X : 2200	Y: 600
Robot	X : 600	Y: 750
Halangan	X : 1700	Y: 800
Halangan	X : 1500	Y: 950
Halangan	X : 1500	Y: 250
Halangan	X : 1600	Y: 1300

Dapat dilihat bahwa robot dapat menghindari halangan dan robot menuju bola dengan heading tepat ke bola sehingga memudahkan robot untuk menuju ke gawang.

Dari Percobaan yang dilakukan robot dapat melewati halangan dengan baik, jika ada kegagalan melewati halangan disebabkan posisi halangan yang

menutupi keberadaan bola dan membuat resultan serta sudut robot memutar tidak mengarah ke bola.

## 5. KESIMPULAN

1. Program mencari Sudut dapat berjalan dengan baik
2. Program mencari resultan atau jarak dapat berjalan dengan baik
3. Program Menghindari halangan dan menuju bola dapat berjalan dengan baik
4. Robot tidak dapat menuju bola ketika posisi bola berada tepat dibelakang dua robot lawan yang menutupinya, ini membuat nilai resultan yang dihasilkan tidak menuju ke bola
5. Posisi robot menghadap bola berjalan dengan baik tetapi lebih baik lagi jika ditambah dengan metode pembantu lain agar robot tidak perlu sedikit berputar

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prahlad Vadakkepat, Kay Chen Tan and Wang Ming-Liang. 2000. *Evolutionary Artificial Potential Fields and Their Application in Real Time Robot Path Planning*. Department of Electrical Engineering. The National University of Singapore.
- [2] Prahlad Vadakkepat, Tong Heng Lee and Liu Xin. 2001. *Application of Evolutionary Artificial Potential Field in Robot Soccer System*. Department of Electrical and Computer Engineering. National University of Singapore.
- [3] Mattias Wahde. 2004. *Evolutionary Robotics: The Use of Artificial Evolution in Robotics*. Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden.
- [4] Thomas Bräunl. 2000. *The EyeSim Mobile Robot Simulator*. Computer Science Department of The University of Auckland CITR at Tamaki Campus.
- [5] Andreas Koestler, Thomas Bräunl. *Mobile Robot Simulation with Realistic Error Models*. The University of Western Australia, Perth
- [6] Alan K. Mackworth, *On Seeing Robots*. Department of Computer Science University of British Columbia Vancouver, B.C. Canada V6T 1W5